

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Seiji MIZUNO
Serial No. : Unassigned
Filed : Herewith
For : SEPARATOR PASSAGE STRUCTURE OF FUEL CELL
Group Art Unit : To Be Assigned
Examiner : To Be Assigned

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

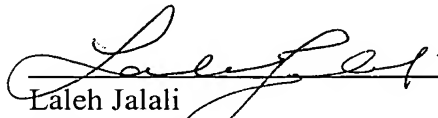
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Convention Priority from Japanese Patent Application No. 2003-035273 filed on February 13, 2003, is claimed in the above-referenced application. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Dated: 02-13-04


Laleh Jalali
Registration No. 40,031

KENYON & KENYON
1500 K Street, N.W. - Suite 700
Washington, DC 20005
Telephone: (202) 220-4200
Facsimile: (202) 220-4201

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2003年 2月13日

出願番号
Application Number:

特願2003-035273

[ST.10/C]:

[JP2003-035273]

出願人
Applicant(s):

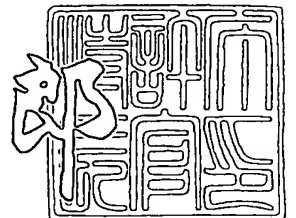
トヨタ自動車株式会社

TSN 03-263
TSN 02-6214
E132

2003年 6月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一



出証番号 出証特2003-3051061

【書類名】 特許願

【整理番号】 PT03-020-T

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 水野 誠司

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

 【代表者】 齋藤 明彦

【代理人】

 【識別番号】 100083091

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田渕 経雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009472

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池のセパレータ流路構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セパレータにガス流路溝が形成されている燃料電池のセパレータ流路構造であって、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さがそれぞれほぼ一定で、ガス流路断面積が変化している燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項 2】 ガス流路断面積の変化が、ガス流れ方向下流側のガス流路断面積が上流側のガス流路断面積以下となる変化である請求項 1 記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項 3】 前記ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝の側面の傾斜角の変化で行われている請求項 1 記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項 4】 前記ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝の両側に位置する凸リブのリブ付け根 R の変化で行われている請求項 1 記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項 5】 メタルセパレータにガス流路溝が形成されている燃料電池のセパレータ流路構造であって、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路断面積が変化している燃料電池のセパレータ流路構造。

【請求項 6】 前記ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝に施された表面処理層の厚さの変化で行われている請求項 5 記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池の、とくに固体高分子電解質型燃料電池の、セパレータ流路構造に関する。

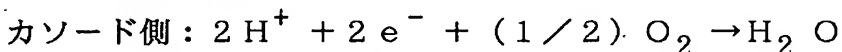
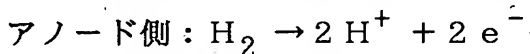
【0002】

【従来の技術】

固体高分子電解質型燃料電池の単セルは、膜－電極アッセンブリ（MEA：Me

membrane-Electrode Assembly) とセパレータの積層体から構成される。MEAは、イオン交換膜からなる電解質膜と、この電解質膜の一面に配置された触媒層からなる電極（アノード、燃料極）および電解質膜の他面に配置された触媒層からなる電極（カソード、空気極）とからなる。MEAとセパレータ間には、拡散層が設けられる。セパレータには、アノード、カソードに燃料ガス（水素）および酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するための流体通路、または冷媒（通常は冷却水）を流すための流路が形成される。少なくとも1つのセルからモジュールを構成し、モジュールを積層したセル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル、インシュレータ、エンドプレートを設置し、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材（たとえば、テンションプレート）にて締め付け、固定したもののから燃料電池スタックを構成する。

固体高分子電解質型燃料電池では、アノード側では、水素を水素イオンと電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子（隣りのMEAのアノードで生成した電子がセパレータを通してくる）から水を生成する反応が行われる。



セパレータには凹溝、凸リブが形成され、セパレータのMEA対向面の凹溝は燃料ガスまたは酸化ガスの反応ガスが流れるガス流路となり、凸リブは拡散層に接触され導電通路となる。

反応ガスは上記発電反応で消費されるので、下流ほど濃度、分圧が小になってガス流速が遅くなること、また、上記発電反応で生じる生成水により下流ほど拡散層、ガス流路の水分による詰まりが生じやすくなることにより、下流側のガス流速が低下しないようにする必要がある。

これを満足するために、特開平11-16590号公報は、下流ほど、ガス流路の溝幅を狭くするか、溝深さを浅くして、反応ガスの流速を維持するセパレータ流路構造を開示している。

【0003】

【特許文献1】

特開平 1 1 - 1 6 5 9 0 号公報

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の燃料電池のセパレータ流路構造には、つぎの問題がある。

① ガス流路幅の変化によってガス流路断面積を変化させた場合、電極とセパレータ凸リブとの接触面積が変化してしまうため、セル全面での反応の均一性を保つことができなくなる。

② ガス流路溝深さの変化によってガス流路断面積を変化させた場合、（セパレータ厚さをセル面方向に変えようとセルを積層した時にスタックが曲がるのでセパレータは一定厚さにする必要があるため）セル面前面にわたって、ガス流路溝が最も深い部分でのセパレータ厚さにセパレータ厚さを統一しなければならないので、セパレータ自体の厚さが厚くなり、スタックの全長が長くなってしまう。

とくにメタルセパレータでは、プレス of 制約から溝の深さが制限されるため、ガス流路溝深さによってガス流路断面積を変化させる場合、その変化量が限られる。

本発明の目的は、セル全面での反応の均一性を保つことができ、セパレータ厚さも大きくする必要がない、燃料電池のセパレータ流路構造を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明はつぎの通りである。

（１） セパレータにガス流路溝が形成されている燃料電池のセパレータ流路構造であって、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さがそれぞれほぼ一定で、ガス流路断面積が変化している燃料電池のセパレータ流路構造。

（２） ガス流路断面積の変化が、ガス流れ方向下流側のガス流路断面積が上流側のガス流路断面積以下となる変化である（１）記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

（３） 前記ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝の側面の傾斜角の変化で行わ

れている（１）記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

（４） 前記ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝の両側に位置する凸リブのリブ付け根 R の変化で行われている（１）記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

（５） メタルセパレータにガス流路溝が形成されている燃料電池のセパレータ流路構造であって、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路断面積が変化している燃料電池のセパレータ流路構造。

（６） 前記ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝に施された表面処理層の厚さの変化で行われている（５）記載の燃料電池のセパレータ流路構造。

【 0 0 0 6 】

上記（１）の燃料電池のセパレータ流路構造では、ガス流路溝の開口部幅は一定のままガス流路断面積が変化しているので、ガス流路伸長方向に、凸リブ頂面の面積は一定で、電極とセパレータ凸リブとの接触面積が変化せず、セル全面での反応の均一性が保たれる。また、セパレータ母材のガス流路溝深さを一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させたので、ガス流路溝深さに変化がある場合のようにセパレータ厚、スタック長が、変化するガス流路溝深さに応じて大となることがない。

上記（２）の燃料電池のセパレータ流路構造では、ガス流路断面積が変化が、ガス流れ方向下流側のガス流路断面積が上流側のガス流路断面積以下となる変化であるので、ガス流れ方向下流側でのガス流速を高速に維持でき、ガス流れ方向下流側での生成水の吹き飛ばし、ガスの拡散層内への拡散が得られ、電池性能が良好に維持される。

上記（３）の燃料電池のセパレータ流路構造では、ガス流路断面積の変化がガス流路溝の側面の傾斜角の変化で行われているので、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

上記（４）の燃料電池のセパレータ流路構造では、ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝の両側に位置する凸リブのリブ付け根 R の変化で行われているので、ガス流路溝伸長方向にガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

上記（５）の燃料電池のセパレータ流路構造では、ガス流路断面積が変化しているので、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

上記（６）の燃料電池のセパレータ流路構造では、ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝に施された表面処理層の厚さの変化で行われているので、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の燃料電池のセパレータ流路構造を図１～図１０を参照して、説明する。

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造が適用される燃料電池は固体高分子電解質型燃料電池１０である。該燃料電池１０は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。

【 0 0 0 8 】

固体高分子電解質型燃料電池１０の単セル１９は、図１～図１０に示すように、膜－電極アッセンブリ（MEA：Membrane-Electrode Assembly）とセパレータ１８とを重ねたものからなる。MEAは、図２に示すように、イオン交換膜からなる電解質膜１１とこの電解質膜１１の一面に配置された触媒層１２からなる電極１４（アノード、燃料極）および電解質膜１１の他面に配置された触媒層１５からなる電極１７（カソード、空気極）とからなる。電極１４とセパレータ１８との間には拡散層１３が設けられ、電極１７とセパレータ１８との間には拡散層１６が設けられる。セパレータ１８には、図３～図９に示すように、電極１４、１７に燃料ガス（水素）および酸化ガス（酸素、通常は空気）を供給するための反応ガス通路２７、２８および燃料電池冷却用の冷媒（通常、冷却水）が流れる冷媒流路（冷却水流路ともいう）２６が形成される。冷媒流路２６はセル毎に、または複数のセル毎に、設けられる。セルを１層以上重ねてモジュールを構成し（図示例では、１セルで１モジュールを構成している）、モジュールを積層し

てモジュール群とする。図1に示すように、セル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル20、インシュレータ21、エンドプレート22を配置し、セル積層体をセル積層方向に締め付け、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材24（たとえば、テンションプレート、スルーボルトなど）とボルト25またはナットで固定して、燃料電池スタック23を構成する。

【0009】

触媒層12、15は白金（Pt）、カーボン（C）、電解質からなる。拡散層13、16はカーボン（C）からなる。

セパレータ18は、たとえば、カーボンセパレータ、またはメタルセパレータと樹脂フレームとを組み合わせたセパレータからなる。請求項1～4の発明は、セパレータ18がカーボンセパレータからなる場合にも、またセパレータ18がメタルセパレータと樹脂フレームとを組み合わせたセパレータからなる場合にも成立する。請求項5の発明は、セパレータ18がメタルセパレータと樹脂フレームとを組み合わせたセパレータからなる場合に成立する。

【0010】

図3～図9は、セパレータ18が、第1、第2のセパレータ18A、18Bと、燃料電池発電部対応部29（燃料電池の発電部に対応する部分）に中抜き穴をもつ第1、第2の樹脂フレーム18C、18Dとに、分割形成された場合を示している。

第1のセパレータ18A、第1の樹脂フレーム18Cは、MEAの燃料極側に配置されている部材であり、第1のセパレータ18Aは燃料ガスと冷却水とを区画している。第2のセパレータ18B、第2の樹脂フレーム18Dは、MEAの空気極側に配置されている部材であり、第2のセパレータ18Bは、酸化ガスと冷却水とを区画している。

第1、第2のセパレータ18A、18Bは金属製で、以下、メタルセパレータ18A、18Bともいう。第1、第2の樹脂フレーム18C、18Dは（非導電性）樹脂製である。

【0011】

MEA（拡散層13、16を設けた場合はMEA+拡散層13、16）は、セ

パレータ 18 で挟まれる。セパレータ 18 で ME A を挟む際、樹脂フレーム 18 C、18 D をメタルセパレータ 18 A、18 B の ME A 側にそれぞれ配置して、メタルセパレータ 18 A、樹脂フレーム 18 C、ME A、樹脂フレーム 18 D、メタルセパレータ 18 B の順に積層する。

燃料電池発電部対応部 29 では、図 4、図 5 に示すように、樹脂フレーム 18 C、18 D が中抜きされているので、メタルセパレータ 18 A、ME A、メタルセパレータ 18 B の順で積層されている。樹脂フレーム 18 C、18 D の部分では、図 8、図 9 に示すように、メタルセパレータ 18 A、樹脂フレーム 18 C、樹脂フレーム 18 D、メタルセパレータ 18 B の順で積層されている。

【0012】

図 3 ～図 6 に示すように、単セル 19 において、第 1 のセパレータ 18 A、第 2 のセパレータ 18 B には、プレス成形で凹凸（凹溝、凸リブ）が形成される。第 1 のセパレータ 18 A には、ME A 側に燃料ガス流路 27 が形成され、ME A 側と反対側に冷媒流路 26 が形成される。第 2 のセパレータ 18 B には、ME A 側に酸化ガス流路 28 が形成され、ME A 側と反対側に冷媒流路 26 が形成される。燃料ガス流路 27、酸化ガス流路 28 は、たとえば、複数の流路を並列にした流路群からなる。図 3 は、流路がストレート流路の場合を示しているが、サーペンタイン流路であってもよい。

【0013】

また、図 3 に示すように、反応ガス流路がストレート流路の場合、セパレータ 18 の燃料電池発電部対応部 29 の燃料ガス流路 27 への燃料ガス入口と燃料ガス出口とはセパレータの燃料電池発電部対応部 29 を挟んで互いに反対側に位置している。同様に、セパレータ 18 の燃料電池発電部対応部 29 の酸化ガス流路 28 への酸化ガス入口と酸化ガス出口とはセパレータの燃料電池発電部対応部 29 を挟んで互いに反対側に位置している。

【0014】

図 3、図 7 に示すように、メタルセパレータ 18 A、18 B と樹脂フレーム 18 C、18 D の、燃料電池発電部対応部 29 を挟んで対向する対向部 30、31 には、マニホールド部が形成されている。マニホールド部には、冷媒マニホールド 32

、燃料ガスマニホルド 3 3、酸化ガスマニホルド 3 4 が形成されている。

燃料電池発電部対応部 2 9 を挟んで互いに対向する対向部 3 0、3 1 の一方 3 0 には、入り側の冷媒マニホルド 3 2 a、出側の燃料ガスマニホルド 3 3 b、出側の酸化ガスマニホルド 3 4 b が設けられ、他方 3 1 には、出側の冷媒マニホルド 3 2 b、入り側の燃料ガスマニホルド 3 3 a、入り側の酸化ガスマニホルド 3 4 a が設けられる。

【0015】

図 7（図 7 は樹脂マニホルド 1 8 D の場合を示すが、樹脂マニホルド 1 8 C の場合も樹脂マニホルド 1 8 D に準じる）に示すように、樹脂マニホルド 1 8 C、1 8 D には、マニホルド部とガス流路部とを連通するガス流路連通部が形成されている。ガス流路連通部には、ガスの流れの方向をいったん対向部 3 0、3 1 を結ぶ方向と直交する方向に向けるとともに、ガス流路部との間のガスの流入・流出を対向部 3 0、3 1 を結ぶ方向と直交する方向に均一化させるガス整流部 3 5、3 6 が形成されている。ガス整流部 3 5 が入り側のガスマニホルドから流入するガスをガス流路部の全幅に均一に拡げてガス流路部へ流出させ、ガス流路部 3 6 がガス流路部から流入するガスをガスマニホルド長に縮小してガスマニホルドへ流出させる。

【0016】

図 8、図 9 に示すように、セル間は、隣り合うメタルセパレータ間にゴムガスケット 3 9 を配して、冷媒マニホルド 3 2、燃料ガスマニホルド 3 3、酸化ガスマニホルド 3 4 を、互いからシールする。ゴムガスケット 3 9 は O リング等を用いてもよい。

図 7、図 8、図 9 に示すように、樹脂フレーム 1 8 C、1 8 D には、セル積層方向に、隣り合う部材（メタルセパレータまたは樹脂フレーム）との間をシールして、冷媒マニホルド 3 2、燃料ガスマニホルド 3 3、酸化ガスマニホルド 3 4 を、互いからシールするために、接着剤が塗布された接着剤シール部 3 8（図 7 で斜線を施した部分）が形成されている。

【0017】

本発明のセパレータ流路構造は、つぎのように構成されている。

図 3 ～ 図 6 に示すように、単セル 1 9 の燃料電池発電部対応部 2 9 において、M E A の一侧に配置した第 1 のセパレータ 1 8 A は、燃料ガス流路 2 7 となる凹溝 1 8 A g と、凹溝 1 8 A g の両側に位置する凸リブ 1 8 A p を有しており、M E A の他側に配置した第 2 のセパレータ 1 8 B は、酸化ガス流路 2 8 となる凹溝 1 8 B g と、凹溝 1 8 B g の両側に位置する凸リブ 1 8 B p を有している。凹溝 1 8 A g と凹溝 1 8 B g とは M E A に向かって開口しており、凸リブ 1 8 A p と凸リブ 1 8 B p は凸の頂面が拡散層に接触している。メタルセパレータの場合は、凸リブ 1 8 A p の背面には第 1 の冷媒流路 2 6 a が形成されており、凸リブ 1 8 B p の背面には第 2 の冷媒流路 2 6 b が形成されている。

【 0 0 1 8 】

一つのセル 1 9 の第 1 のセパレータ 1 8 A の第 1 の冷媒流路 2 6 a と隣りのセル 1 9 の第 2 のセパレータ 1 8 B の第 2 の冷媒流路 2 6 b はセル積層方向に互いに位置が一致されて一体冷媒流路 2 6 を形成している。すなわち第 1 のセパレータ 1 8 A の燃料電池発電部対応部の M E A 側と反対側の面の冷媒流路 2 6 と、隣りのセルの第 2 のセパレータ 1 8 B の燃料電池発電部対応部の M E A 側と反対側の面の冷媒流路 2 6 とは、セル積層方向に隔てられることなく、一体に連通している。

一つのセル 1 9 において、燃料ガス流路 2 7 と酸化ガス流路 2 8 とは、M E A を挟んで互いに対応している。

【 0 0 1 9 】

第 1 のセパレータ 1 8 A の凸リブ 1 8 A p に燃料ガスクロス溝 1 8 A c が形成されており、第 2 のセパレータ 1 8 B の凸リブ 1 8 B p に酸化ガスクロス溝 1 8 B c が形成されている。燃料ガスクロス溝 1 8 A c は凸リブ 1 8 A p の両側の燃料ガス流路 2 7 となる凹溝 1 8 A g を連通している。酸化ガスクロス溝 1 8 B c は凸リブ 1 8 B p の両側の酸化ガス流路 2 8 となる凹溝 1 8 B g を連通している。

一体冷媒流路 2 6 は、一体冷媒流路 2 6 の伸長方向の何れの部位においても、第 1 の冷媒流路 2 6 a の流路断面積および第 2 の冷媒流路 2 6 b の流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有している。すなわち、冷媒流路 2 6 の流

路断面積は、冷媒流路 2 6 a の流路断面積以上であり、冷媒流路 2 6 b の流路断面積以上である。

【0020】

図 4 に示すように、第 1 のセパレータ 1 8 A の凸リブ 1 8 A p に形成された燃料ガスクロス溝 1 8 A c と第 2 のセパレータ 1 8 B の凸リブ 1 8 B p に形成された酸化ガスクロス溝 1 8 B c とは、一体冷媒流路 2 6 の伸長方向に互いに位置がずれている（互いにオフセットしている）。

さらに詳しくは、図 4 に示すように、第 1 のセパレータ 1 8 A の燃料ガスクロス溝 1 8 A c と第 2 のセパレータ 1 8 B の酸化ガスクロス溝 1 8 B c とは、一体冷媒流路 2 6 の伸長方向に交互に位置しており、燃料ガスクロス溝 1 8 A c と酸化ガスクロス溝 1 8 B c の一方のクロス溝は、その両側の他方のクロス溝のほぼ中央に位置している。

【0021】

第 1 のセパレータ 1 8 A と第 2 のセパレータ 1 8 B がメタルセパレータの場合、ガスクロス溝 1 8 A c、1 8 B c は、それぞれ、凸リブ 1 8 A p、1 8 B p の全高にわたって形成されている。

第 1 のセパレータ 1 8 A と第 2 のセパレータ 1 8 B がメタルセパレータの場合、第 1 のセパレータ 1 8 A と第 2 のセパレータ 1 8 B に形成される凹溝、凸リブ、ガスクロス溝は何れも金属板をプレス成形することにより形成されている。

【0022】

図 6 に示すように、第 1 のセパレータ 1 8 A にガス流路溝 1 8 A g が形成され、第 2 のセパレータ 1 8 B にガス流路溝 1 8 B g が形成されているセパレータ流路構造において、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g 伸長方向に、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の開口部幅 W とセパレータ母材のガス流路溝深さ H がそれぞれほぼ一定で、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g 伸長方向に、ガス流路断面積（図 6 で破線で囲んだ部分の面積）が変化している。

【0023】

ガス流路断面積の変化は、ガス流れ方向下流側のガス流路断面積が上流側のガス流路断面積以下となる変化である。たとえば、図 3 は酸化ガス（空気）が図の

右から左に流れる場合を示しているが、酸化ガス流路 2 8 の場合には図 3 の右から左にかけてガス流路断面積が減少していく。燃料ガス 2 7 の場合も、上流から下流側に流路断面積が減少するように変化する。ガス流路断面積の変化は、徐々に変化してもよいし、段階状に変化してもよいし、徐々の変化と段階状の変化との組み合わせであってもよい。

図 6 は、図 3 の E、F、G での断面を示しており、E が反応ガス流れの上流部であり、F が反応ガス流れの中流部であり、G が反応ガス流れの下流部である。図 6 において、E、F、G でのガス流路断面積の大小関係は、〔E でのガス流路断面積〕 \geq 〔F でのガス流路断面積〕 \geq 〔G でのガス流路断面積〕である。ただし、〔E でのガス流路断面積〕 \neq 〔G でのガス流路断面積〕である。

【 0 0 2 4 】

図 6 に示すように、ガス流路断面積（ガス流路 2 7、2 8 の断面積）の変化は、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の側面の傾斜角の変化で行われてもよい。その場合、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の側面の、溝底面の法線に対するテーパ角 θ は、ガス流れ方向下流に行くに従って大となる。ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の開口部幅 W が一定であるから、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の側面の傾斜角 θ が大になる程、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の流路断面積は小さくなる。

【 0 0 2 5 】

図 6 に示すように、ガス流路断面積（ガス流路 2 7、2 8 の断面積）の変化は、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の両側に位置する凸リブ 1 8 A p、1 8 B p のリブ付け根 R（ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の側面から溝底面への移行部の湾曲の半径）の変化で行われてもよい。その場合、凸リブ 1 8 A p、1 8 B p のリブ付け根 R は、ガス流れ方向下流に行くに従って大となる。凸リブ 1 8 A p、1 8 B p のリブ付け根 R が大になる程、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の流路断面積は小さくなる。

図 6 に示すように、ガス流路断面積（ガス流路 2 7、2 8 の断面積）の変化は、ガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の側面の傾斜角の変化とガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g の両側に位置する凸リブ 1 8 A p、1 8 B p のリブ付け根 R の変化との組み合わせで行われてもよい。

【0026】

溝側面の傾斜角度および／またはリブ付け根Rを変えることによるガス流路断面積（ガス流路27、28の断面積）の変化は、第1、第2のセパレータ18A、18Bがカーボンセパレータであっても、メタルセパレータであっても、成立し、適用可能である。

【0027】

図6に示すように、第1のセパレータ18A、第2のセパレータ18Bがメタルセパレータの場合、ガス流路断面積（ガス流路27、28の断面積）の変化は、ガス流路溝18Ag、18Bgに施された表面処理層40の厚さtの変化で行われてもよい。

メタルセパレータでは、母材（たとえば、材質がステンレス）の拡散層13、16との接触電気抵抗を下げるために、凸リブ頂面に金、白金、または半導体（ IrO_2 ）メッキなどを施し、イオンの溶出を抑制するためにさらにカーボン塗膜を施し、さらにその上に導電性樹脂コートを施す。また、凹溝表面には、導電性が必要ないので、腐蝕抑制上、エポキシ樹脂あるいはゴムコートなどからなる表面処理層を形成する。その場合、表面処理層を多層塗りし、その層数を変えることにより、層厚tを変えることができる。たとえば、1回 $5\mu\text{m}$ を8回塗布すれば $40\mu\text{m}$ 厚となるが、16回塗布すれば $80\mu\text{m}$ を得るといった具合である。塗布回数を、上流側から下流側にいくに従って増やして、ガス流路溝18Ag、18Bgに施された表面処理層40の厚さtを、下流側にいくに従って増やすと、ガス流路溝18Ag、18Bgの流路断面積は下流側ほど小さくなる。

【0028】

図6に示すように、ガス流路断面積（ガス流路27、28の断面積）の変化は、ガス流路溝18Ag、18Bgの側面の傾斜角の変化、ガス流路溝18Ag、18Bgの両側に位置する凸リブ18Ap、18Bpのリブ付け根Rの変化と、ガス流路溝18Ag、18Bgに施された表面処理層40の厚さtの変化との組み合わせで行われてもよい。

【0029】

つぎに、本発明の燃料電池のセパレータ流路構造の作用を説明する。

第1のセパレータ18Aの凸リブ18Apに燃料ガスクロス溝18Acが形成されており、第2のセパレータ18Bの凸リブ18Bpに酸化ガスクロス溝18Bcが形成されているため、セル面に局部的フラッディングが生じて一つのガス流路27、28が閉塞してもガスはガスクロス溝18Ac、18Bcを通して隣りのガス流路27、28に流れることができ、ガスの流れが確保され、一つのガス流路27、28が全長にわたって発電不能になることはない。フラッディングが生じてもガス流路27、28の閉塞が局部的に制限され、ガス流路27、28におけるガス流れは、局部的なフラッディング部を除き、良好に維持される。

【0030】

また、一体冷媒流路26が、一体冷媒流路26の伸長方向の何れの部位においても、第1の冷媒流路26aの流路断面積および第2の冷媒流路26bの流路断面積の何れの流路断面積以上の流路断面積を有しているので、ガスクロス溝18Ac、18Bcによって一体冷媒流路26が分断されることがなく、一体冷媒流路26における冷媒流れも良好に維持される。

具体的には、第1のセパレータ18Aの燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの酸化ガスクロス溝18Bcとは一体冷媒流路26の伸長方向に互いに位置がずれているので、ガスクロス溝18Ac、18Bcによって冷媒流路26が分断されることがなく、冷媒流路26における冷媒流れも良好に維持される。

その結果、燃料ガス、酸化ガスの流れも冷媒の流れも、ともに、良好に保たれる。

【0031】

具体的には、第1のセパレータ18Aの燃料ガスクロス溝18Acと第2のセパレータ18Bの酸化ガスクロス溝18Bcとは一体冷媒流路26の伸長方向に互いに位置がずれているので、第1、第2のセパレータ18A、18Bの何れか一方のセパレータの冷媒流路26a、26bがガスクロス溝18Ac、18Bcによって分断されても、他方のセパレータの冷媒流路を通して良好に冷媒が流れることができる。そのため、冷媒流れを良好に保つのに、第1、第2のセパレータの冷媒流路深さ、したがって第1、第2のセパレータの厚さを大にする必要が

ない。したがって、ガスクロス溝を設けたにもかかわらず、スタック 23 をセル積層方向に大きくする必要がなく、コンパクトに維持できる。

【0032】

また、ガス流路溝 18Ag、18Bg の開口部幅 W が一定のままで、ガス流路 27、28 の流路断面積が変化しているので、ガス流路 27、28 の伸長方向に、凸リブ 18Ap、18Bp のリブ頂面の面積は一定で、電極拡散層 13、16 とセパレータ凸リブ 18Ap、18Bp との接触面積が変化せず、セル面内方向に、反応の均一性、発電の均一性が保たれる。また、セパレータ母材（表面処理層 40 を含まない部分を母材と呼ぶ）のガス流路溝 18Ag、18Bg の溝深さ H を一定にしたまま、ガス流路 27、28 の流路断面積を変化させたので、ガス流路溝深さに変化がある場合のようにセパレータ厚、スタック長を、変化するガス流路溝深さに応じて大とする必要がなく、セパレータ 18 の厚さ、セル 19 の厚さ、スタック 23 をセル積層方向に大きくする必要がなく、コンパクトに維持できる。

【0033】

ガス流路 27、28 の流路断面積の変化が、ガス流れ方向下流側のガス流路断面積が上流側のガス流路断面積以下となる変化であるので、ガス流れ方向下流側でのガス流速が高速に維持され、ガス流れ方向下流側での生成水の吹き飛ばし、ガスの、拡散層 13、16 内への良好な拡散が得られ、ガス流れ方向下流側においても、電池性能、発電性能が良好に維持される。

【0034】

ガス流路断面積の変化がガス流路溝 18Ag、18Bg の側面の傾斜角 θ の変化で行われている場合は、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝 18Ag、18Bg の開口部幅 W とセパレータ母材のガス流路溝深 H をそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路 27、28 の流路断面積を変化させることができる。

同様に、ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝 18Ag、18Bg の両側に位置する凸リブ 18Ap、18Bp のリブ付け根 R の変化で行われている場合は、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝 18Ag、18Bg の開口部幅 W とセパレータ母材のガス流路溝深 H をそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路 27、28

の流路断面積を変化させることができる。

【0035】

ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝18Ag、18Bgに施された表面処理、層40の厚さtの変化で行われている場合は、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝18Ag、18Bgの開口部幅Wとセパレータ母材のガス流路溝深Hさをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路27、28の流路断面積を変化させることができる。

【0036】

つぎに、ガス流路断面積の変化による燃料電池の性能を評価して見た。

図10は、(イ)発明品と(ロ)比較品の電圧-電流密度特性を示す。発明品は、メタル母材としてステンレス板を用い、流路深さを0.5mm、ピッチ2mmの凹凸形状によりガス流路溝18Ag、18Bgを形成した。ガス流路溝18Ag、18Bgの側面の傾斜角 θ を上流側から下流側に5°から20°に徐々に変化させてテスト品を作製した。比較品は、流路深さを0.5mm、ピッチ2mmで、ガス流路断面積は一定である。

図10からわかるように、本発明では、生成水が多く生じる高電流密度域でも、ガス流れが良好で電圧低下が少ないが、比較例では、高電流密度域でフラッシングによりガス流れが阻害され、電圧低下が大になる。

【0037】

【発明の効果】

請求項1の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、ガス流路溝の開口部幅を一定にしたままガス流路断面積を変化させたので、ガス流路伸長方向に、凸リブ頂面の面積は一定で、電極とセパレータ凸リブとの接触面積が変化せず、セル全面での反応の均一性が保たれる。また、セパレータ母材のガス流路溝深さを一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させたので、ガス流路溝深さに変化がある場合のようにセパレータ厚、スタック長が、変化するガス流路溝深さに応じて大となることなく、セパレータ厚、スタック長をコンパクトに維持できる。

請求項2の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、ガス流路断面積が変化が、ガス流れ方向下流側のガス流路断面積が上流側のガス流路断面積以下となる変

化であるので、ガス流れ方向下流側でのガス流速を高速に維持でき、ガス流れ方向下流側での生成水の吹き飛ばし、ガスの拡散層内への拡散が得られ、電池性能が良好に維持される。

請求項3の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、ガス流路断面積の変化がガス流路溝の側面の傾斜角の変化で行われているので、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

請求項4の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝の両側に位置する凸リブのリブ付け根Rの変化で行われているので、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

請求項5の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、ガス流路断面積が変化しているので、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

請求項6の燃料電池のセパレータ流路構造によれば、ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝に施された表面処理層の厚さの変化で行われているので、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅とセパレータ母材のガス流路溝深さをそれぞれほぼ一定にしたまま、ガス流路断面積を変化させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明が適用される燃料電池の、セル積層方向を上下方向とした姿勢での、全体概略図である。

【図2】

図1の燃料電池の電解質膜－電極アッセンブリの一部拡大断面図である。

【図3】

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造を具現したセパレータの平面図である。

【図 4】

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造を具現した単セルの一部の断面図であり、図 3 の A - A 断面図である。

【図 5】

図 4 の燃料電池のセパレータ流路構造を C 方向から見た断面図である。

【図 6】

本発明の燃料電池のセパレータ流路構造の一部の上流部、中流部、下流部での拡大断面図で、図 3 の E - E、F - F、G - G 断面図である。

【図 7】

本発明が適用される燃料電池の、セパレータの樹脂フレームの平面図である。

【図 8】

図 7 の D - D 断面図である。

【図 9】

図 7 の B - B 断面図である。

【図 1 0】

(イ) 本発明であるガス流路溝断面積が徐変する場合と (ロ) 比較例であるガス流路溝断面積が一定である場合の、電圧 - 電流密度特性図である。

【符号の説明】

- 1 0 (固体高分子電解質型) 燃料電池
- 1 1 電解質膜
- 1 2 触媒層
- 1 3 拡散層
- 1 4 電極 (アノード、燃料極)
- 1 5 触媒層
- 1 6 拡散層
- 1 7 電極 (カソード、空気極)
- 1 8 セパレータ
- 1 8 A 第 1 のメタルセパレータ
- 1 8 B 第 2 のメタルセパレータ

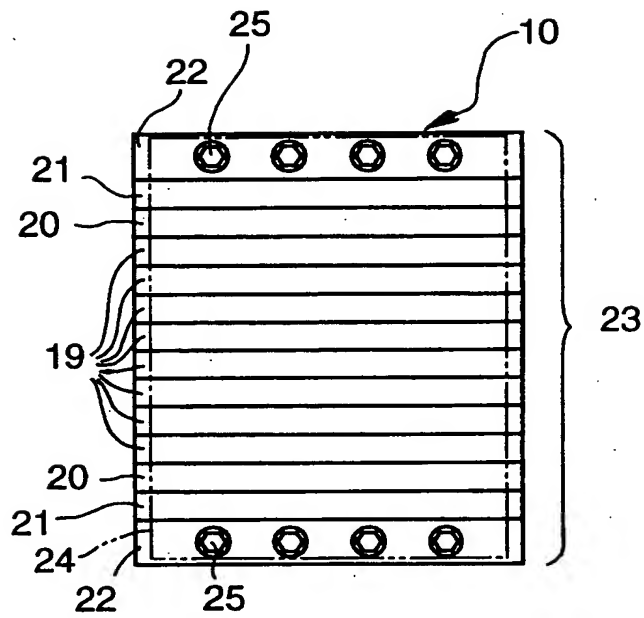
- 1 8 C 第 1 の樹脂フレイム
- 1 8 D 第 2 の樹脂フレイム
- 1 8 A p 第 1 のセパレータの凸リブ
- 1 8 B p 第 2 のセパレータの凸リブ
- 1 8 A g 第 1 のセパレータの凹溝
- 1 8 B g 第 2 のセパレータの凹溝
- 1 8 A c 燃料ガスクロス溝
- 1 8 B c 酸化ガスクロス溝
- W ガス流路溝開口部幅
- H ガス流路溝深さ
- 1 9 セル
- 2 0 ターミナル
- 2 1 インシュレータ
- 2 2 エンドプレート
- 2 3 スタック
- 2 4 締結部材 (テンションプレート)
- 2 5 ボルトまたはナット
- 2 6 冷媒流路 (冷却水流路)
- 2 6 a 第 1 の冷媒流路
- 2 6 b 第 2 の冷媒流路
- 2 7 燃料ガス流路
- 2 8 酸化ガス流路
- 2 9 燃料電池発電部対応部
- 3 0、3 1 対向部
- 3 2 冷媒マニホルド
- 3 2 a 入り側の冷媒マニホルド
- 3 2 b 出側の冷媒マニホルド
- 3 3 燃料ガスマニホルド
- 3 3 a 入り側の燃料ガスマニホルド

- 3 3 b 出側の燃料ガスマニホルド
- 3 4 酸化ガスマニホルド
 - 3 4 a 入り側の酸化ガスマニホルド
 - 3 4 b 出側の酸化ガスマニホルド
- 3 5 ガス整流部
- 3 6 ガス整流部
- 3 8 接着剤シール部
- 3 9 ゴムガスケット
- 4 0 表面処理層
 - t 表面処理層の厚さ

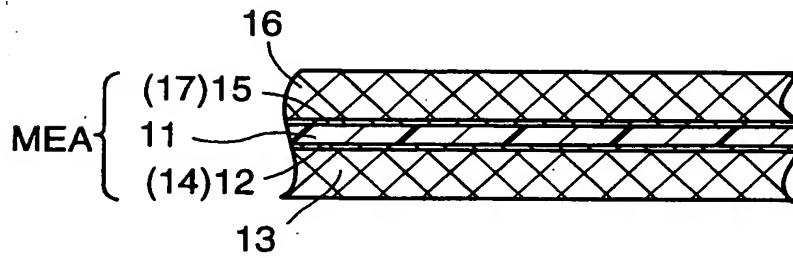
【書類名】

図面

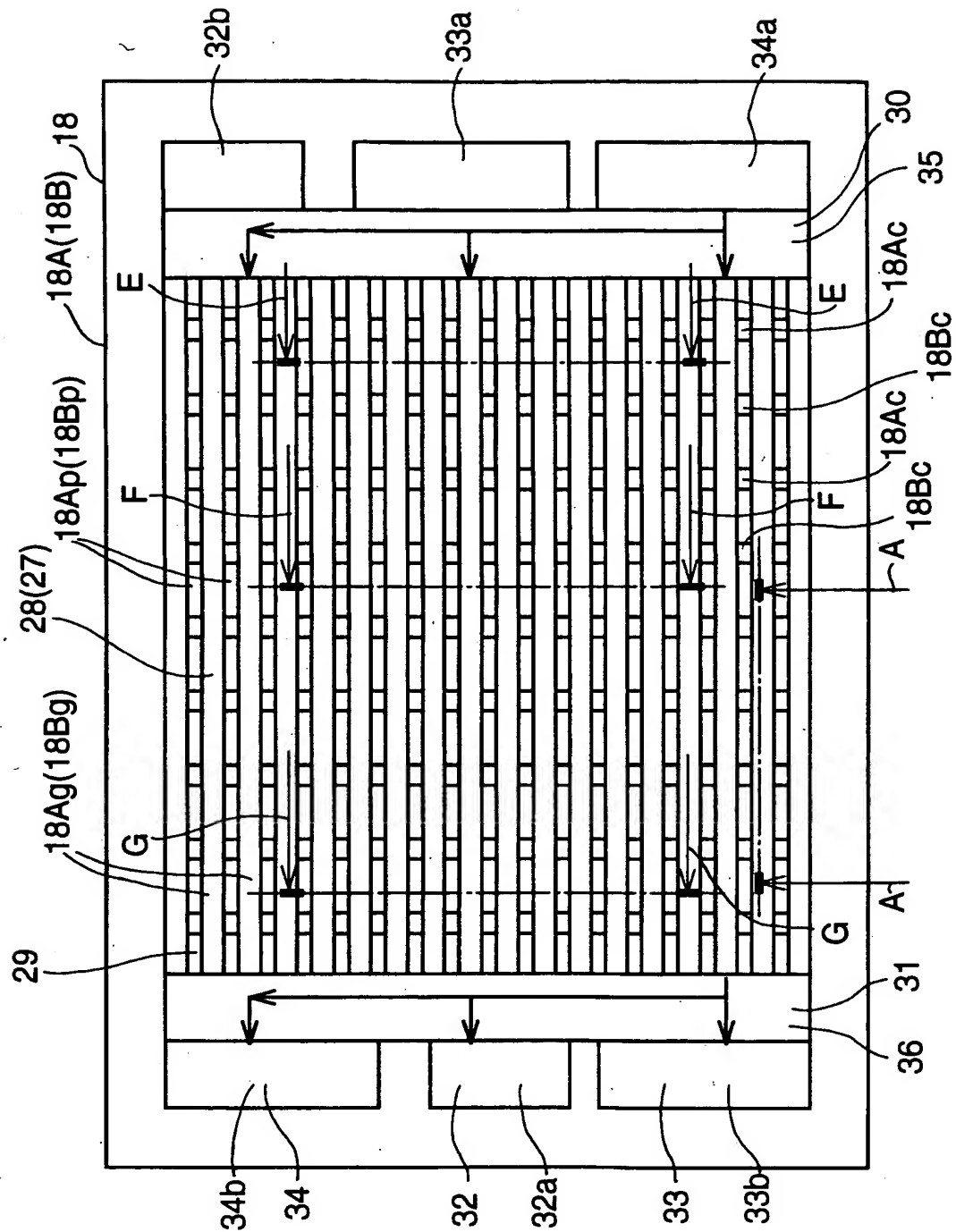
【図 1】



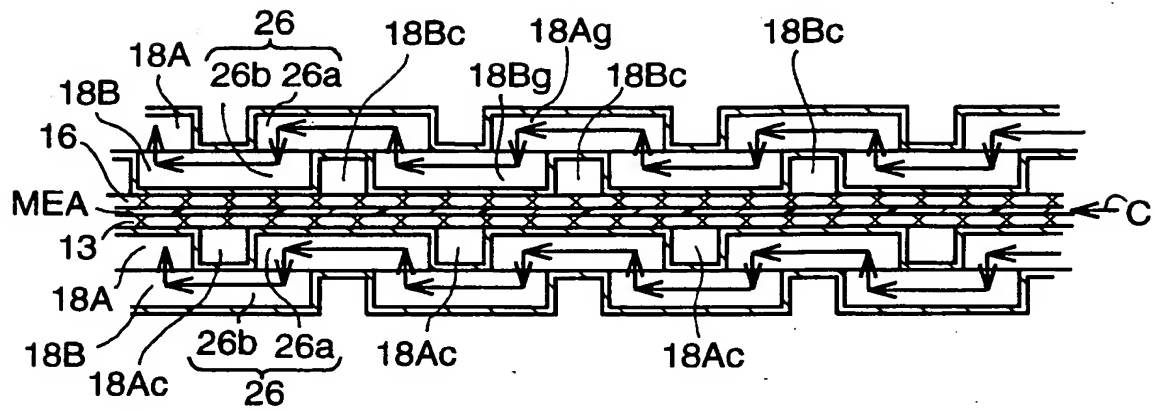
【図 2】



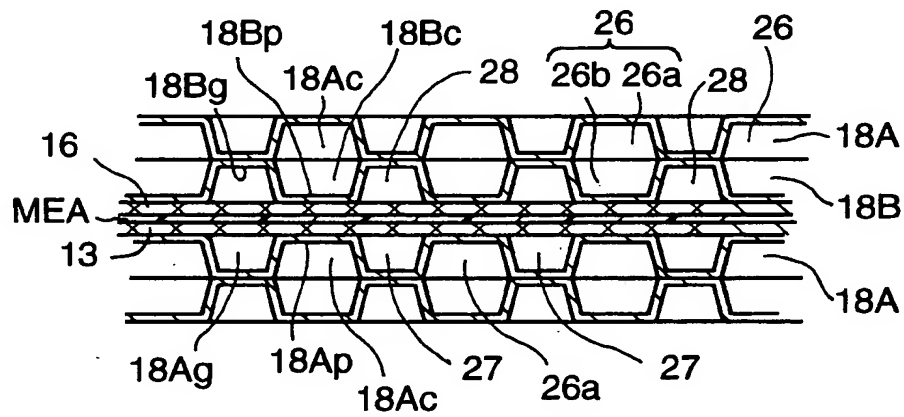
【図 3】



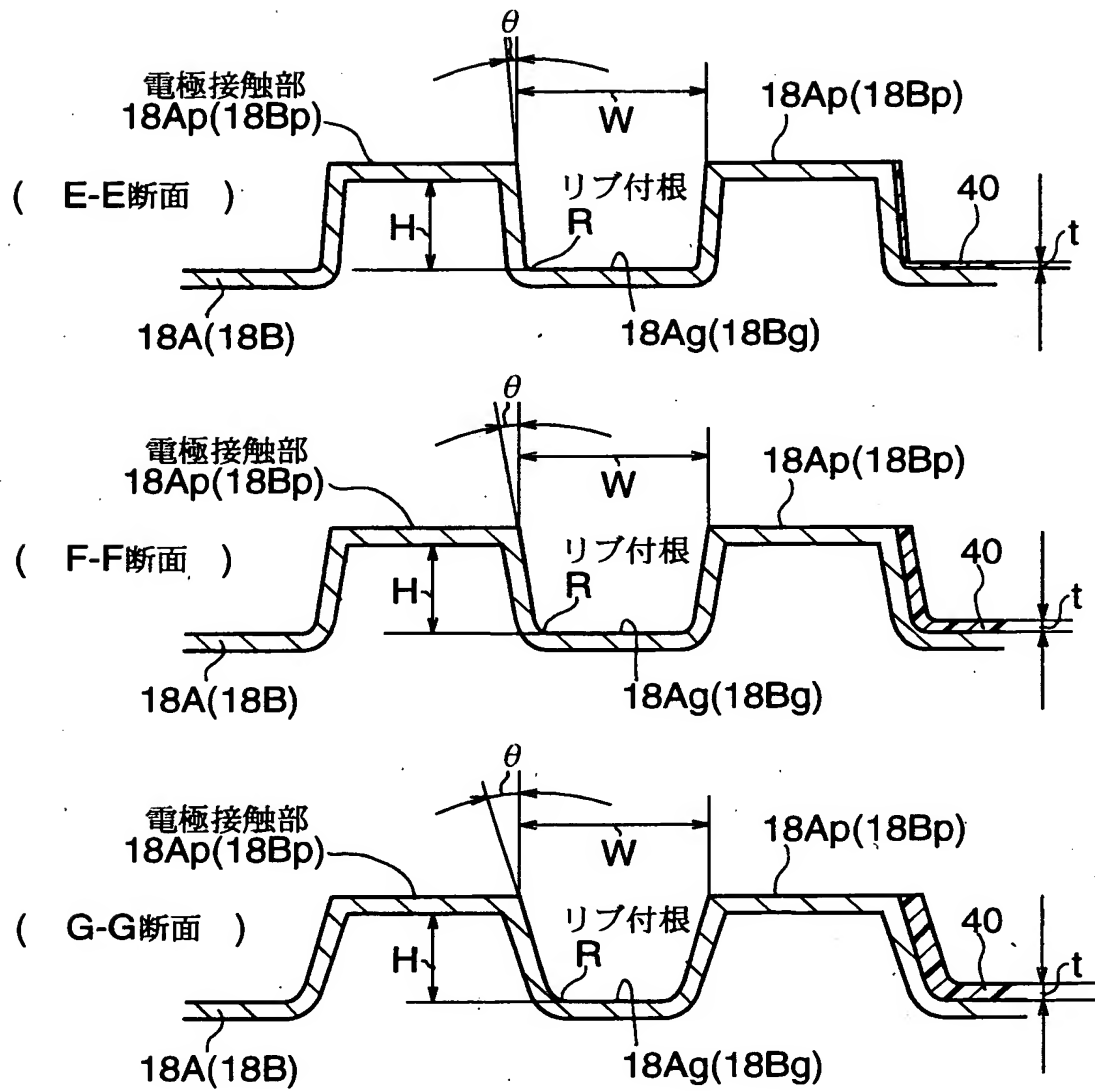
【図 4】



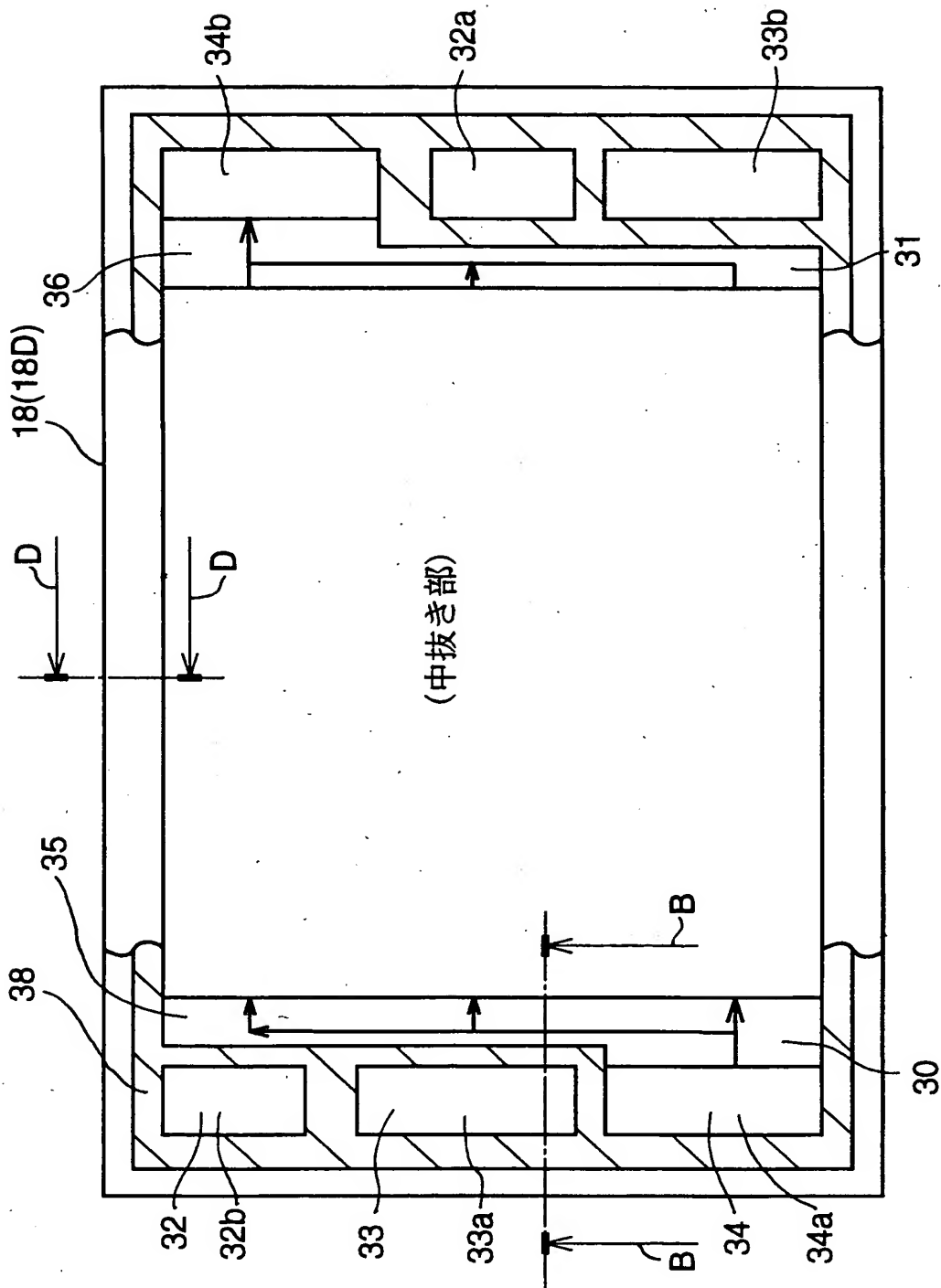
【図 5】



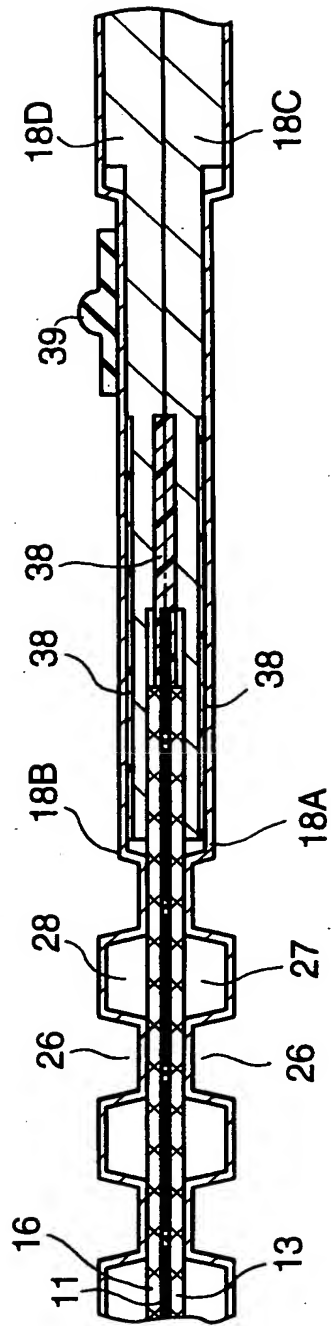
【図 6】



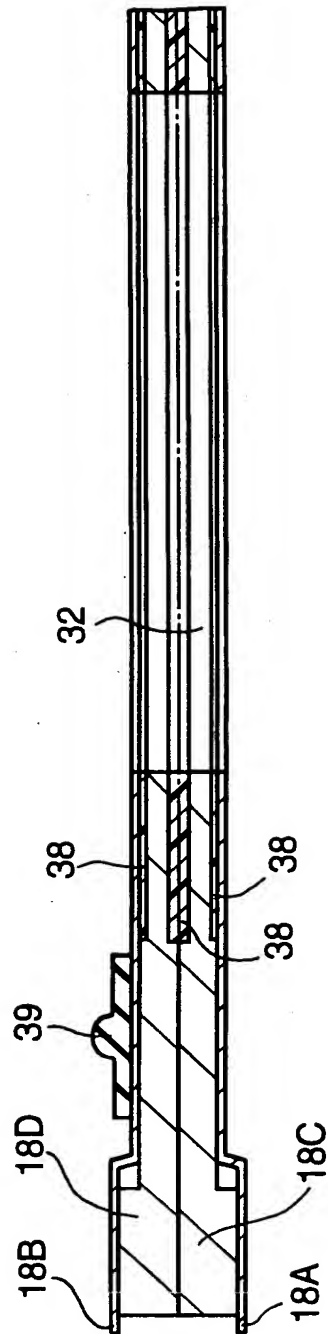
【図 7】



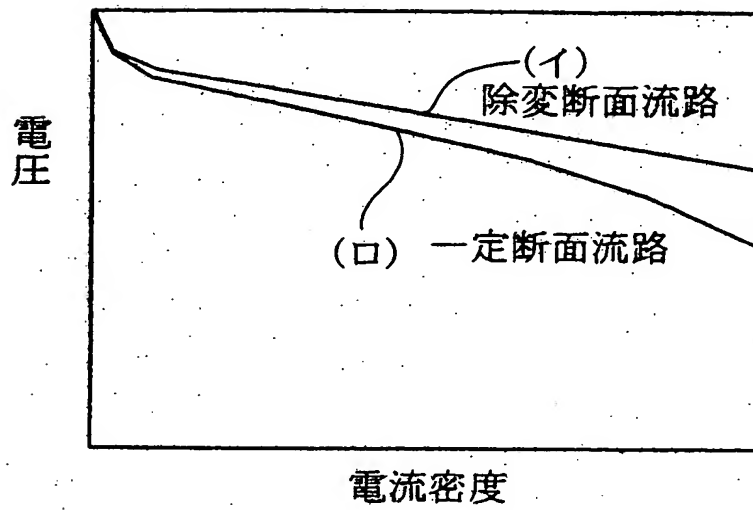
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガスと冷媒の流れを両方ともに良好とすることができる燃料電池のセパレータ流路構造の提供。

【解決手段】 (1) セパレータ 1 8 にガス流路溝 1 8 A g、1 8 B g が形成されている燃料電池のセパレータ流路構造であって、ガス流路溝伸長方向に、ガス流路溝の開口部幅 W とセパレータ母材のガス流路溝深さ H がそれぞれほぼ一定で、ガス流路断面積が変化している燃料電池のセパレータ流路構造。(2) ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝の側面の傾斜角の変化で行われている。(3) ガス流路断面積の変化が、凸リブのリブ付け根 R の変化で行われている。(4) ガス流路断面積の変化が、ガス流路溝に施された表面処理層 4 0 の厚さの変化で行われている。

【選択図】 図 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-035273
受付番号	50300230317
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 2月14日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 2月13日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社